(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

UO‘K: 669.041:622.785.5:546.56 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.12

TEXNOGEN CHIQINDILARNI GIDROMETALLURGIYA USULIDA QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI

Yusupov Ural Sadullayevich
Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirining o‘rinbosari, Toshkent, O‘zbekiston

Usmankulov Orifjon Naziraliyevich
Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi bosh mutaxassisi, Toshkent, O‘zbekiston

Ergashev Mahmud Axbaraliyevich
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali tayanch doktoranti, Toshkent, O‘zbekiston

Mamaisakova Zebo Bahodir qizi
Rossiya davlat MTTU Moskva po‘lat va qotishmalar instituti Olmaliq filiali doktoranti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Hozirgi kunda mineral xomashyo resurslaridan to‘liq va oqilona foydalanish har bir konchilik sanoati tarmog‘ining muhim vazifasidan biridir. Shuning uchun ham faqat rudalar tarkibidan emas, xattoki ikkilamchi xomashyo (chiqindi, toshqollar) dan ham kerakli xomashyoni ajratib olish texnologiyalarini yaratish muhimdir. Ushbu maqolada mis toshqollarini kuydirish va tanlab eritish orqali qo‘shimcha mis olishga oid tajriba-sinov ishlarini o‘tkazish tartibi, reglamenti va tajriba-sinov natijalari asosli jadvallar, grafiklar hamda kimyoviy reaksiyalar bilan birgalikda keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *fayalit, texnogen chiqindi, kuydirish, termik parchalanish, erish xossasi, quvursimon pech, temir silikati, selektiv ajratish.*

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ МЕТОДОМ

Юсупов Урал Сарьдуллаевич
Заместитель министра горнодобывающей промышленности и геологии Ташкент, Узбекистан

Усманкулов Орифжон Назиралиевич
Главный специалист Министерства горнорудной промышленности и геологии, Ташкент, Узбекистан

Эргашев Махмуд Ахбаралиевич
Базовый докторант Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Ташкент, Узбекистан

Мамаисакова Зебо Баходир кизи
Докторант, Алмалыкский филиал Московского института стали и сплавов Российского государственного НИТУ, Ташкент, Узбекистан

Annotatsiya. *В настоящее время полное и рациональное использование минерального сырья является одной из важных задач каждой отрасли горнодобывающей промышленности. Вот почему важно создавать технологии извлечения необходимого сырья не только из руды, но и из вторичного сырья (отходов, шлаков). В статье представлены порядок, регламент и результаты экспериментов по получению дополнительной меди путем сжигания и селективной плавки медных руд, а также таблицы, графики и химические реакции.*

Ключевые слова: *фаялит, техногенные отходы, сжигание, термическое разложение, температура плавления, доменная печь, силикат железа, селективное разделение.*

TECHNOLOGY OF PROCESSING MAN-MADE WASTE BY HYDROMETALLURGICAL METHOD

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

Yusupov Ural Sadullaevich

Deputy Minister of Mining and Geology, Tashkent, Uzbekistan

Usmankulov Orifjon Naziralievich

Chief Specialist of the Ministry of Mining and Geology, Tashkent, Uzbekistan

Usmankulov Orifjon Naziralievich

Basic doctoral student of the Almalyk branch of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

Mamaisakova Zebo Bahodir kizi

Doctoral student, Almalyk branch of the Moscow Institute of Steel and Alloys, Russian State Research Institute of Steel and Alloys, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. *Nowadays, the full and rational use of mineral raw materials is one of the important tasks of every mining industry. Therefore, it is important to create technologies for extracting the necessary raw materials not only from ores, but also from secondary raw materials (waste, rocks). The article presents the procedure, regulations and results of experiments on obtaining additional copper by burning and selective smelting of copper ores, as well as the main tables, graphs and chemical reactions.*

Keywords: *fayalite, man-made waste, burning, thermal decomposition, melting temperature, blast furnace, iron silicate, selective separation.*

Kirish. Mis ishlab chiqarishda hosil bo‘lgan toshqollarni flotatsiyalashdan keyingi texnogen chiqindilari tarkib jihatidan asosan sun’iy fayalit (Fe_2SiO_4)dan tashkil topgan bo‘lib, kristall panjaralari orasida oz miqdorda mis saqlaydi. Ushbu turdagi chiqindilardan mis va qimmatbaho metallarni ajratib olish metallurgiya sanoatining hozirgi kundagi dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Ayni shu maqsadda toshqollarni flotatsiyalashdan keyingi mis tarkibli texnogen chiqindilarni qayta ishlash bo‘yicha laboratoriya va yarimsanoat tajribalari olib borildi.

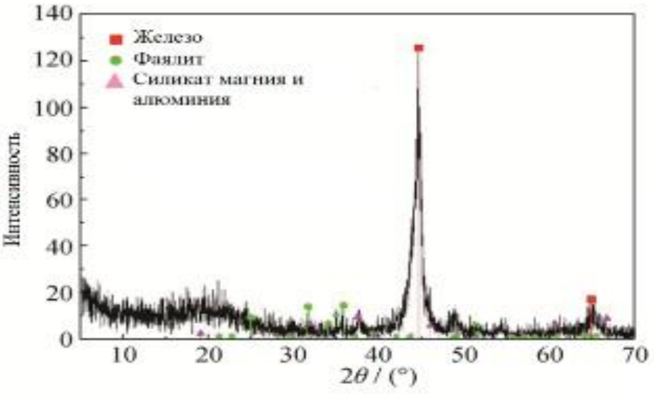
Muhokama. Yarim sanoat tajribalarini o‘tkazish maqsadida tajriba o‘tkazish joyiga toshqollarni boyitishdan keyingi chiqindidan 1000 kg miqdorda olib kelindi va tahlil uchun belgilangan tartibda namunalar olindi. Tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Mis toshqollarini flotatsiya usulida boyitishdan keyingi texnogen chiqindi tarkibidagi elementlar miqdori

Mahsulot	Elementlar miqdori, %, g/t							
	Cu	Mo	SiO_2	Fe	Re	S	Au	Ag
Toshqolni boyitish chiqindisi	0,53	0,11	33,1	36,0	0,00001	0,7	0,4	2,46
Toshqolni boyitish chiqindisi	0,5	0,07	34,2	34,1	0,00001	1,73	0,23	2,6

Ushbu texnogen chiqindidan misni ajratib olish bo‘yicha tajriba quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirildi. Dastlab texnogen chiqindi havo ishtirokida kuydiriladi, bunda fayalit termik parchalanishi (1) va toshqol tarkibidagi mis yuzasi ochilishi, hamda texnogen chiqindi tarkibidagi mis va mis I oksidi havo ta’sirida oksidlanib, kislotali muhitda erish xossasi ortishi asosiy maqsad qilib olindi.



1-rasm. Texnogen chiqindi namunasi rentgenogrammasi.

Chiqindilarni kuydirish va tanlab eritish texnologiyasi. Kuydirish jarayoni bo‘yicha tajribalar aylanma quvursimon pechda 400-600°C haroratda havo ishtirokida amalga oshirildi. Tajribadan so‘ng olingan kuyindining rangi qizg‘ish tusga ega bo‘ldi, bu esa fayalit parchalanib, temir oksidini hosil qilganini anglatadi.

$$Fe_2SiO_4 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SiO_2 \quad (1)$$

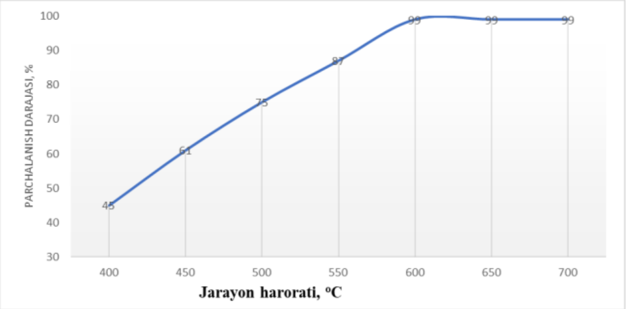
$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO \quad (2)$$

$$2Cu_2O + O_2 \rightarrow 4CuO \quad (3)$$

Tajriba uchun umumiy massasi 1000 kg bo‘lgan namuna olingan bo‘lib, kuydirish jarayonlari so‘ngida namuna 1035 kg massaga ega bo‘ldi. Kuydirish jarayonida namuna massasining ortishini temir silikatining yuqori haroratda parchalanib, havo kislorodi bilan ta’sirlashishi bilan izohlash mumkin. Shuningdek, jarayon davomida texnogen chiqindi namunasi tarkibidagi boshqa ayrim elementlar

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

oksidlanib, oksidlar hosil qiladi.



2-rasm. Texnogen chiqindi tarkibidagi fayalit birikmasi parchalanish darajasining jarayon haroratiga bog'liqligi.

Kuydirish tajribalari natijalaridan kelib chiqib, jarayon uchun eng maqbul harorat 600°C ekanligi aniqlandi.

Yarim-sanoat tajribasining keyingi bosqichda kuyindidan mis selektiv ajratib olish maqsadida gidrometallurgik tajribalar amalga oshirildi. Bunda erituvchi sifatida sulfat kislotasi ishlab chiqarish sexining changlarni yuvishda hosil bo'ladigan texnologik eritmasi (promivnaya voda) qo'llanildi. Ushbu texnologik eritma mis eritish pechlaridan ajralib chiquvchi texnologik gazlarni nam usulda tozalashda hosil bo'ladi va uning tarkibida o'rtacha 35 g/l H_2SO_4 hamda 0,8 g/l Cu^{2+} mavjud. Eritmaning sutkalik hosil bo'lish miqdori 1 680 m^3 hajmni tashkil qiladi.

2-jadval

Sulfat kislotasi sexi texnologik eritmasining o'rtacha kimyoviy tarkibi

Mahsulot	Elementlar miqdori, g/l							
	H_2SO_4	Cu	Mo	Zn	Fe	Re	Se	Te
Texnologik eritma	35	0,8	0,04	0,32	0,01	0,0015	0,1	0,06

Mis oksidlarining sulfat kislotasi eritmasida eruvchanlik koeffisiyenti tanlab eritish jarayonining jarayon davomiyligi, harorati va erituvchi konsentrasiyasiga bog'liq. Ushbu parametrlarni hisobga olgan holda kuyindi tarkibidan misni imkon qadar to'liq ajratib olish maqsadida tanlab eritish tajribalari har xil harorat, vaqt davomiyligi va sulfat kislotasi konsentrasiyasida amalga oshirildi. Mis oksidi sulfat kislotasi ishtirokida quyidagi reaksiya asosida eritmaga o'tadi:

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O \quad (4)$$

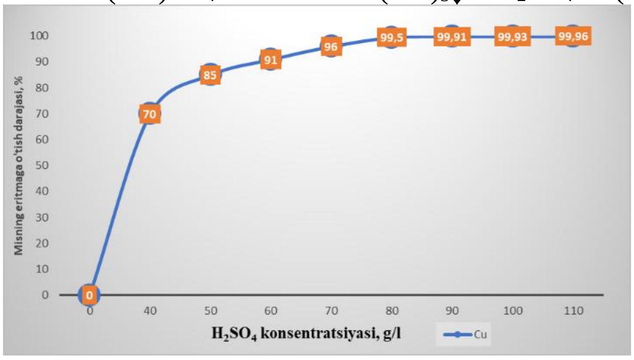
$$Cu_2O + N_2SO_4 = Cu_2SO_4 + N_2O \quad (5)$$

Tarkibiy taxlillardan ma'lumki, texnogen chiqindi tarkibining ko'p qismini temir elementi tashkil qiladi. Kuydirish tajribalaridan so'ng olingan kuyindi tarkibidagi temir asosoan III valentli oksid (Fe_2O_3) holatida. Sulfat kislotali muhitda olib borilgan tanlab eritish tajribalarida temir elementi ham eritmaga o'tadi, biroq temir^{3+} ionlari tezda gidrolizlanishi va gidroksid ko'rinishida cho'kma tarkibiga o'tishi sababli eritmada temir ionlari miqdori juda kam bo'ladi. Temir oksidining gidrometallurgik jarayonlar ta'sirida temir gidroksidiga aylanishi quyidagi reaksiyalar asosida kechadi:

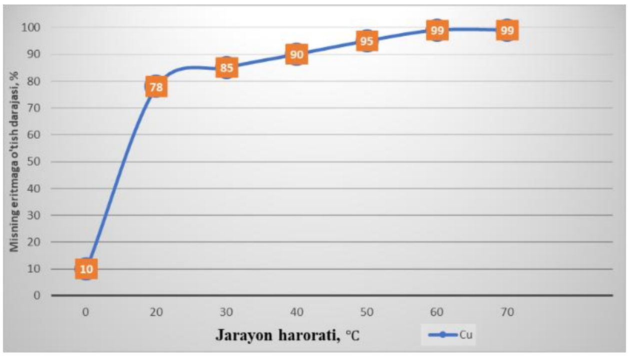
$$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightleftarrows Fe_2(SO_4)_3 + 3HOH \quad (6)$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 2HOH \rightleftarrows 2Fe(OH)SO_4 + H_2SO_4 \quad (7)$$

$$2Fe(OH)SO_4 + 4HOH \rightleftarrows 2Fe(OH)_3\downarrow + 2H_2SO_4 \quad (8)$$



3-rasm. Misning eritmaga o'tish darajasining sulfat kislotasi konsentrasiyasiga bog'liqligi.



4-rasm. Misning eritmaga o'tish darajasining jarayon haroratiga bog'liqligi.

Kuyindi tarkibidan misni tanlab eritish tajribasi sulfat kislotasining 40-110 g/l konsentrasiyali eritmalarida S:Q=4:1 nisbatida, aralashtirish tezligi – 20- aylana/min sharoitda amalga oshirildi (3-rasm). Sulfat kislotasi ishlab chiqarish sexi texnologik eritmasi tarkibida sulfat kislotasining o'rtacha konsentrasiyasi 35 g/l ekanligi sababli texnologik eritmaga texnik sulfat kislotasi qo'shish orqali kerakli konsentrasiyaga yetkazildi.

Tanlab eritish tajribalari natijalaridan ko'rinadiki, kuyindi tarkibidan misni eritmaga o'tka-

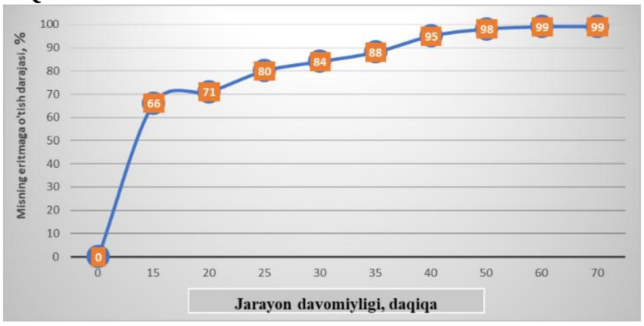
(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

zishda sulfat kislotasi eritmasining optimal konsentrasiyasi 80 g/l ekanligi aniqlandi.

Shunindek, misning eritmaga oʻtish darajasini oshirishda optimal haroratni aniqlash boʻyicha bir nechta tajribalar amalga oshirildi. Tanlab eritish jarayoniga haroratning taʼsiri 4-rasmda keltirilgan.

Natijalar. Texnogen chiqindi namunasini tanlab eritish tajribalarida (Q:S=1:4) jararyon haroratining 60℃ va 70℃ haroratlarda bir xil natija koʻrsatganligidan kelib chiqib, optimal harorat sifatida 60℃ tanlandi. Optimal harorat sifatida 70℃ haroratni tanlash esa eritmani qizdirish harajatlarini oshiradi.

Tanlab eritish jarayonida amalga oshadigan koʻpgina kimyoviy reaksiyalar tezligi hamda diffuziyasi jarayon davomiyligiga mos ravishda ortadi. Jarayon davomiyligi ortishi bilan eritmada mis, temir va ruxning eritmadagi konsentrasiyasining bosqichma-bosqich ortishi kuzatiladi. Biroq namuna tarkibida misning sulfat kislotasida noeruvchan formada boʻlishi jarayon davomiyligi juda uzoq davom etsada, misni eritmaga oʻtmasligini taʼminlaydi. Tanlab eritish jarayoni davomiyligini aniqlash maqsadida ham tajribalar amalga oshirildi. Tajribalar uchun 80 g/l konsentrasiyali sulfat kislota eritmasi tayyorlandi va jarayonlar 60℃ haroratda, S:Q=4:1 nisbatda olib borildi.



5-rasm. Misning eritmaga oʻtish darajasining jarayon davomiyliligiga bogʻliqligi.

Xulosa. Tanlab eritish tajriba ishlaridan olingan natijalarga koʻra shunday xulosa qilish mumkin: texnogen chiqindi namunasidan misni eritmaga oʻtkazish uchun sulfat kislotasining maqbul

3-jadval

Mis ishlab chiqarishda hosil boʻladigan toshqollarni floatatsiyalashdan keying texnogen chiqindilarni qayta ishlash tajribalari moddiy balansi

№	**Nomlanishi**	**m kg, V l**	**Komponentlar**					
			Cu		**SiO_2**		**Fe**	
			%, g/l	**kg**	**%, g/l**	**kg**	**%, g/l**	**kg**
			Kuydirish					
	yuklandi:							
yuklandi	Texnogen chiqindi	1 000	0,53	5,3	33,1	331	36,0	360,0
olindi	Kuyindi	1035	0,51	5,3	31,9	331	34,7	360,0
			Tanlab eritish					
yuklandi	Kuyindi	1 035	0,51	5,3	31,9	331	34,7	360,0
	Texnologik eritma (промивная вода)	4 000	0,8	3,2			0,6	2,4
	Sulfat kislotasi	10 (kg)						
	umumiy:			8,5		331		362,4
			Filtrlash					
olindi	Eritma	3 700	2,2	8,14			5,6	20,7
	Kek	955	0,04	0,36		331	35	341,0
	umumiy:			8,5		331		362,4
			Choʻktirish					
yuklandi	Eritma	3 700	2,2	8,14			5,6	20,7
	Natriy sulfidi (Na_2S)	9,6						
			Filtrlash					
olindi	Eritma	3700	0,05	0,185			-	
	Choʻkma	23,7	33,5	7,95			-	
	umumiy:			8,14				
	Ajratib olish darajasi, %		**93,5**					

konsentrasiyasi – 80 g/l, jarayonning maqbul harorati esa 60°C va davomiyligi 1 soat. Ushbu sharoitlarda texnogen chiqindi tarkibidan misning eritmaga o‘tish darajasi 99,0% ni tashkil etdi. Tanlab eritish tajribalaridan so‘ng olingan mahsulotlar – eritma hamda kekdan namunalar olinib, tarkibiy tahlil qilindi.

Tanlab eritish jarayoni tugagach mis tarkibli eritma cho‘kmadan filtrlash yo‘li bilan ajratildi. Filtrlash jarayoni kislotabardosh qotishmadan tayyorlangan 0,4 m^3 hajmli nutch filtrda, vakuum nasos yordamida amalga oshirildi. Olingan eritmaga eritmadagi misning miqdoriga 1,25 barobar ekvivalent miqdorda natriy sulfidi qo‘shib eritmadagi mis ionlari sulfid holatida cho‘ktirildi. Cho‘ktirish jarayoni aralashtirgichli reaktorda 30 daqiqa davomida amalga oshirildi.

$$CuSO_4 + Na_2S \rightarrow CuS\downarrow + Na_2SO_4 \qquad (9)$$

Mis ionlari eritmadan to‘liq cho‘ktirilgach eritma dekantasiyalandi hamda cho‘kma quritilib, misning miqdori bo‘yicha tahlil qilindi.

O‘tkazilgan sanoat tajribalarining tahlillari, texnologik parametrlari va barcha olingan natijalar asosida tajribalar moddiy balansi shakllantirildi va 3-jadvalda kiritildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. К.С.Санакулов, А.С.Хасанов. Переработка шлаков медного производства. Ташкент. И. – “ФАН” 2007 г.
2. Мусаев Р.А., Хасанов А.С., Мусаев А.М. Особенности минерального состава медеплавильних шлаков АГМК// Матер. науч. конф. Ташкент.2005 С.269-275.
3. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алмаликского ГМК. Москва,Св. металлургия, 2003.-№4.–с.9-12.
4. Воинков Р.С. Комплексная переработка хвостов флотасии медеелектролитних шламов. Автореферат диссертасии на соискание ученой степени кандидата технических наук. Екатеринбург – 2015. 25 стр.
5. Хорченко Э.М. Разработка процесса восстановительного обжига медеплавильних тошқолов для технологии нейтрализасии кислотних растворов. Автореферат диссертасии на соискание ученой степени кандидата технических наук. Екатеринбург – 2013. 24 стр.
6. Khasanov A.S., Atakhanov A.S., Ismailova F.R. The history of Uzbekistan’s metallurgy and new technologic processes // Shanghai University of China Nation Republic. Papers of scientific seminar meeting or winner of “Istedod”, 2005 December. P.30-32.